

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-012404

(43)Date of publication of application : 15.01.2002

(51)Int.Cl. C01B 3/38  
C01B 3/48  
H01M 8/06  
H01M 8/10

(21)Application number : 2000-193120

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.06.2000

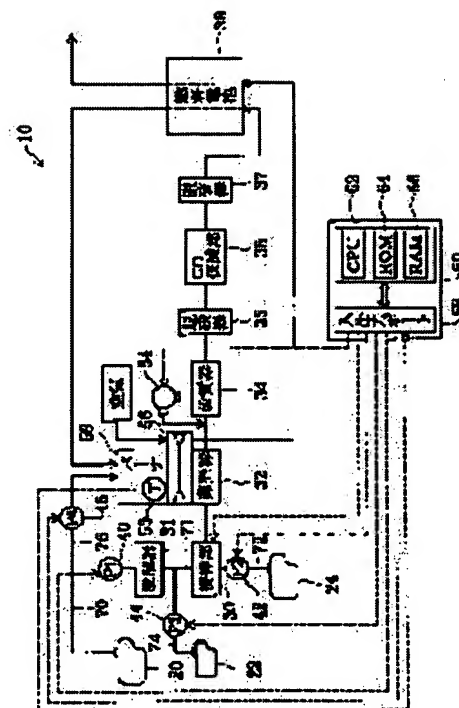
(72)Inventor : NUMATA KOICHI  
IGUCHI SATORU  
YAMAGUCHI SUSUMU  
KUNITAKE KAZUHISA

## (54) REFORMING APPARATUS AND REFORMING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a desired uniform mixture of a raw fuel and water at a certain ratio in conducting steam reforming reaction by using hydrophobic liquid hydrocarbon as a raw fuel.

**SOLUTION:** Gasoline stored in a gasoline tank 20 and water stored in a water tank 24 are supplied each through a certain flow passage to an agitator 30, mixed uniformly there, evaporated in an evaporator 32, and then reacted for reforming in a reformer 34. Before agitation, ethanol stored in an ethanol tank 22 is added to gasoline supplied to the agitator 30. Since gasoline and water are mixed together with ethanol, the mixture is kept under a fully uniform condition during evaporation in the evaporator 32.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] About a reformer and the reforming method, in detail, this invention reforms hydrocarbon system field fuel using a steam-reforming method, and relates to the reformer and the reforming method of generating hydeogen-rich gas.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, generation of hydeogen-rich gas has been performed by the steam-reforming reaction, using a hydrocarbon or a hydrocarbon system compound as original fuel. As original fuel for generating hydeogen-rich gas, in case the natural gas which makes methane a principal component, alcohol, such as a methanol, and various things, such as a gasoline, are used and a reforming reaction generates hydeogen-rich gas, according to the original fuel to be used, the reforming catalyst and reforming reaction temperature which are used in the case of a reforming reaction are chosen suitably. In case hydeogen-rich gas is generated using such a reforming catalyst, original fuel and water are mixed at a predetermined rate, and after this mixed original fuel and mixed water have evaporated, it supplies to a predetermined reforming machine equipped with a reforming catalyst. For example, the technology which a partial oxidation reaction is advanced with a steam-reforming reaction within a reforming machine, and generates hydeogen-rich gas is indicated by JP,11-79703,A, using a gasoline as original fuel.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the reforming machine was supplied after evaporating original fuel and water when liquid hydrocarbon, such as a gasoline, was used as original fuel, there was a possibility that original fuel might become uneven [ the mixed rate of original fuel and water ], and might produce un-arranging in the mixture of gas which consists of the original fuel supplied to a reforming machine as it is a hydrophobic liquid like the above-mentioned gasoline, and water. That is, hydrophobic liquid hydrocarbon is difficult for fully maintaining the homogeneity of both mixed state until both actually evaporate, even if 1 \*\* has the property to begin separation immediately even if it mixes with water to homogeneity, a request of both comes out comparatively in advance of evaporation and it mixes uniformly. If the mixed state is uneven in case both evaporate, the mixed rate of the original fuel and water (steam) in the mixture of gas obtained by evaporation also becomes uneven, and the mixed rate of original fuel and water will vary from a desired rate in the mixture of gas with which a reforming reaction is presented.

[0004] The mixed state of original fuel and water originates in a bird clapper that it is uneven in the case of evaporation, in the above-mentioned mixture of gas supplied in the reforming machine, when the rate of water becomes low rather than a desired rate partially, the activity of the steam-reforming reaction which advances with a reforming vessel becomes inadequate partially, or there is a possibility that generation of soot may increase within a reforming machine. moreover, if the rate of water becomes high partially in the above-mentioned mixture of gas, the steam partial pressure in the generated hydeogen-rich gas will become high even to the grade of not wanting, partially, or or in also advancing a partial oxidation reaction with a steam-reforming reaction in a reforming machine The amount of oxygen becomes superfluous relatively because the amount of original fuel becomes less than the amount of requests, and there is a possibility of not a partial oxidation reaction but a complete oxidation reaction advancing, and carrying out the temperature up of the reforming catalyst even to non-wanting temperature.

[0005] When the reformer and the reforming method of this invention solved such a problem and performed a steam-reforming reaction, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel, they were made for the purpose of changing the mixed rate of original fuel and water into a desired uniform state, and took the next composition.

[0006]

[A The means for solving a technical problem, and its operation and effect] Hydrophobic liquid hydrocarbon is used for the 1st reformer of this invention as original fuel. It is the reformer which generates hydeogen-rich gas from the

aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction. The reforming machine which is equipped with the reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction, runs the aforementioned steam-reforming reaction, and generates the aforementioned hydrogen-rich gas from the aforementioned field fuel and water,

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] It is the reformer which is equipped with the following and characterized by the aforementioned mixed means mixing collectively the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water in case the aforementioned field fuel and water are mixed, until the aforementioned field fuel and water which were mixed with this mixed means are evaporated with the aforementioned evaporation means. The reforming machine which is the reformer which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, is equipped with the reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel, runs the aforementioned steam-reforming reaction, and generates the aforementioned hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel and water It is a mixed means by which have a supply means to supply the aforementioned field fuel and water to the aforementioned reforming machine, and predetermined comes out comparatively and the aforementioned supply means mixes the aforementioned field fuel and water uniformly. An evaporation means to make the original fuel and water which were mixed uniformly evaporate in advance of supply in the aforementioned reforming vessel by the aforementioned mixed means

[Claim 2] The reformer which is characterized by providing the following and which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel The reforming machine which is equipped with the reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction, runs the aforementioned steam-reforming reaction, and generates the aforementioned hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel and water It is a mixed means by which have a supply means to supply the aforementioned field fuel and water to the aforementioned reforming machine, and predetermined comes out comparatively and the aforementioned supply means mixes the aforementioned field fuel and water uniformly. An evaporation means to make the original fuel and water which were mixed uniformly evaporate in advance of supply in the aforementioned reforming vessel by the aforementioned mixed means An addition means to add in either [ at least ] the aforementioned field fuel or the water in case the aforementioned field fuel and water are mixed for the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water with the aforementioned mixed means until the aforementioned field fuel and water which were mixed with the aforementioned mixed means are evaporated with the aforementioned evaporation means

[Claim 3] Either [ at least ] the aforementioned field fuel which is equipped with the following and mixed with the aforementioned mixed means, or the water is the reformer characterized by to have mixed beforehand the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water until the aforementioned field fuel and water which were mixed with the aforementioned mixed means are evaporated with the aforementioned evaporation means. The reforming machine which is the reformer which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, is equipped with the reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel, runs the aforementioned steam-reforming reaction, and generates the aforementioned hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel and water It is a mixed means by which have a supply means to supply the aforementioned field fuel and water to the aforementioned reforming machine, and predetermined comes out comparatively and the aforementioned supply means mixes the aforementioned field fuel and water uniformly. An evaporation means to make the original fuel and water which were mixed uniformly evaporate in advance of supply in the aforementioned reforming vessel by the aforementioned mixed means

[Claim 4] The water which was further equipped with a water storage means to be a reformer according to claim 3 and to store the aforementioned water, and was stored in the aforementioned water storage means is a reformer characterized by having mixed beforehand the aforementioned quality of a mixed state stable ghost.

[Claim 5] There is no claim 1 characterized by being a polar high liquid organic compound, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reformer of a publication 4 either.

[Claim 6] The aforementioned polar high liquid organic compound is a reformer according to claim 5 characterized by being the liquid used as an organic solvent.

[Claim 7] The molecule which constitutes the aforementioned liquid organic compound is a reformer according to claim 5 characterized by the carbon number which is equipped with a hydrophilic group and a hydrophobic group and constitutes the aforementioned hydrophobic group being five or less.

[Claim 8] It is the reformer which is further equipped with a original fuel storage means to be a reformer according to claim 3 and to store the aforementioned field fuel, and is characterized by the original fuel which the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is a polar high liquid organic compound, and was stored in the aforementioned field fuel storage means having mixed beforehand the aforementioned quality of a mixed state stable ghost so that it may become 1% or more of content.

[Claim 9] There is no claim 1 with enough few contents of the matter which checks the aforementioned reforming reaction, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reformer of a publication 8 either.

[Claim 10] The matter which checks the aforementioned reforming reaction is a reformer according to claim 9 which are sulfur and one [ at least ] matter of Lynn.

[Claim 11] In the aforementioned reforming machine, there is no claim 1 which is the matter which generates hydrogen by the aforementioned steam-reforming reaction, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reformer of a publication 10 either.

[Claim 12] The aforementioned field fuel is a gasoline, there is no aforementioned quality of a mixed state stable ghost of one claim which is ethanol, and it is the reformer of a publication 11 either.

[Claim 13] The process which is the reforming method which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, and predetermined comes out comparatively and mixes the (a) aforementioned field fuel and water uniformly, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel (b) The reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction for the aforementioned field fuel and water which were evaporated at the process which makes the original fuel and water which were uniformly mixed at the aforementioned (a) process evaporate, and the (c) aforementioned (b) process The aforementioned steam-reforming reaction is gone on using the original fuel and water equipped with the above which are the reforming method and carried out [ aforementioned ] evaporation, and it has the process which generates the aforementioned hydeogen-rich gas. the aforementioned (a) process It is characterized by being the process which combines the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water, and is mixed in case the aforementioned field fuel and water are mixed until the aforementioned field fuel and water which were mixed are evaporated at the aforementioned (b) process.

[Claim 14] The reforming method characterized by providing the following The process which is the reforming method which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, and predetermined comes out comparatively and mixes the (a) aforementioned field fuel and water uniformly, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel (b) The process which makes the original fuel and water which were uniformly mixed at the aforementioned (a) process evaporate (c) The process supplied to a reforming machine equipped with the reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction for the aforementioned field fuel and water which were evaporated at the aforementioned (b) process In the aforementioned reforming machine, the aforementioned steam-reforming reaction is gone on using the original fuel and water which carried out [ aforementioned ] evaporation, and it has the process which generates the aforementioned hydeogen-rich gas. (d) The aforementioned (a) process (a-1) Until the aforementioned field fuel and water which were mixed are evaporated at the aforementioned (b) process The process which adds the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water in either [ at least ] the aforementioned field fuel or the water in case the aforementioned field fuel and water are mixed

[Claim 15] The process which is the reforming method which generates hydeogen-rich gas from the aforementioned field fuel by the steam-reforming reaction, and predetermined comes out comparatively and mixes the (a) aforementioned field fuel and water uniformly, using hydrophobic liquid hydrocarbon as original fuel (b) The reforming catalyst which promotes the aforementioned steam-reforming reaction for the aforementioned field fuel and water which were evaporated at the process which makes the original fuel and water which were uniformly mixed at the aforementioned (a) process evaporate, and the (c) aforementioned (b) process The aforementioned steam-reforming reaction is gone on using the original fuel and water equipped with the above which are the reforming method and carried out [ aforementioned ] evaporation. Either [ at least ] the aforementioned field fuel which is equipped with the process which generates the aforementioned hydeogen-rich gas, and is mixed in the aforementioned (a) process, or the

water It is characterized by having mixed beforehand the quality of a mixed state stable ghost which can secure the homogeneity of the mixed state of the aforementioned field fuel and water until the aforementioned field fuel and water which were mixed at the aforementioned (a) process are evaporated at the aforementioned (b) process.

[Claim 16] There is no claim 13 characterized by being a polar high liquid organic compound, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reforming method of a publication 15 either.

[Claim 17] The aforementioned polar high liquid organic compound is the reforming method according to claim 16 characterized by being the liquid used as an organic solvent.

[Claim 18] The molecule which constitutes the aforementioned liquid organic compound is the reforming method according to claim 16 characterized by the carbon number which is equipped with a hydrophilic group and a hydrophobic group and constitutes the aforementioned hydrophobic group being five or less.

[Claim 19] The aforementioned field fuel which it is the reforming method according to claim 15, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is a polar high liquid organic compound, and is mixed in the aforementioned (a) process is the reforming method characterized by having mixed beforehand the aforementioned quality of a mixed state stable ghost so that it may become 1% or more of content.

[Claim 20] There is no claim 13 with enough few contents of the matter which checks the aforementioned reforming reaction, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reforming method of a publication 19 either.

[Claim 21] The matter which checks the aforementioned reforming reaction is the reforming method according to claim 20 which are sulfur and one [ at least ] matter of Lynn.

[Claim 22] In the aforementioned reforming machine, there is no claim 13 which is the matter which generates hydrogen by the aforementioned steam-reforming reaction, and the aforementioned quality of a mixed state stable ghost is the reforming method of a publication 21 either.

[Claim 23] The aforementioned field fuel is a gasoline, there is no aforementioned quality of a mixed state stable ghost of 13 claim which is ethanol, and it is the reforming method of a publication 22 either.

[Claim 24] Fuel cell equipment which is fuel cell equipment equipped with the fuel cell which obtains electromotive force according to electrochemical reaction in response to supply of the fuel gas containing hydrogen, and the oxidization gas containing oxygen, and uses a claim 1 or the aforementioned hydeogen-rich gas which is equipped with the reformer of a publication 12 either and the aforementioned reformer generates as the aforementioned fuel gas.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is explanatory drawing showing the outline of the composition of the fuel cell equipment 10 which is one suitable example of this invention.

[Drawing 2] The result which investigated the influence of ethanol to stabilization of the emulsion of an isooctane and water is expressed.

[Drawing 3] It is explanatory drawing showing the outline of the composition of the fuel cell equipment 110 of the 2nd example.

[Description of Notations]

10, 110 -- Fuel cell equipment 20 -- Gas tank

22 -- Ethanol tank

24 -- Water tank

30 -- Stirring section

31, 35, 37 -- Desulfurizer

32 -- Evaporator

34 -- Reforming machine

36 -- CO reduction section

38 -- Fuel cell

40, 42, 44, 46 -- Pump

50 -- Temperature sensor

54 -- Blower

56 -- Compressor

58 -- Burner

60 -- Control section

62 -- CPU

64 -- ROM

66 -- RAM

68 -- Input/output port

70, 71, 72, 74, 76 -- Passage

120 -- Field fuel tank

---

[Translation done.]



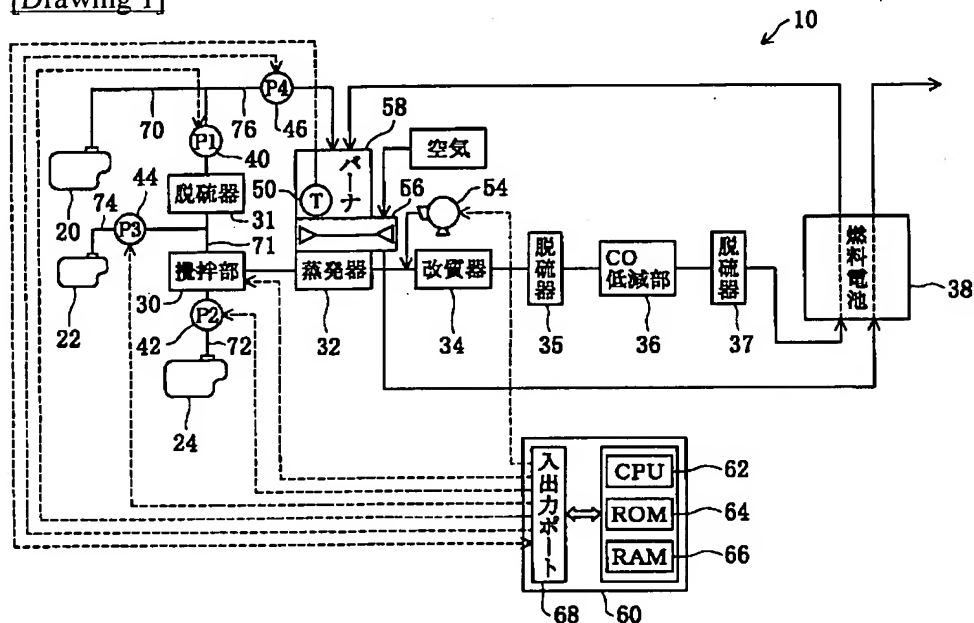
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

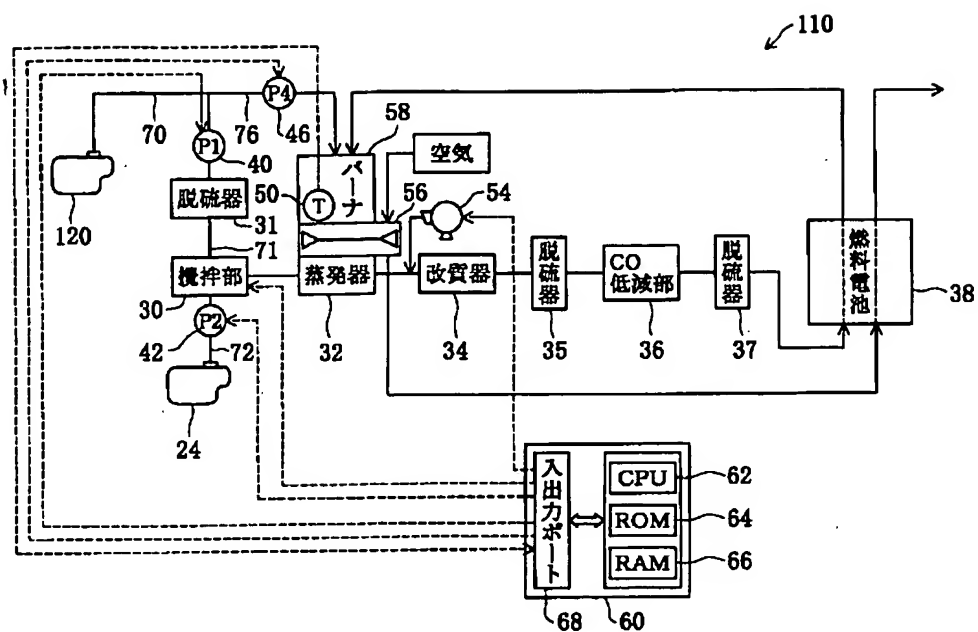
[Drawing 1]



[Drawing 2]

経過時間	A (エタノール10%添加)	B (対象系)
10秒	変化無し	油相分離開始(相厚 1mm)
20秒	変化無し	油相分離促進(相厚 3mm)
30秒	変化無し	ほぼ完全に油相分離(5mm)
60秒	上層白濁相が濃くなる	
120秒	油相分離開始(相厚 1mm)	

[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-12404

(P2002-12404A)

(43) 公開日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
C 0 1 B 3/38		C 0 1 B 3/38	4 G 0 4 0
	3/48		5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/06		H 0 1 M 8/06	G 5 H 0 2 7
	8/10		

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-193120 (P2000-193120)

(22) 出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 沼田 耕一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 井口 哲

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

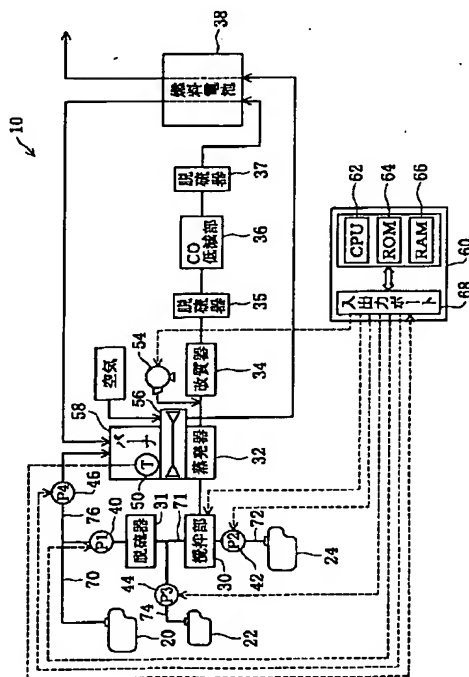
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改質装置および改質方法

(57) 【要約】

【課題】 疎水性の液体炭化水素を原燃料として用いて水蒸気改質反応を行なう際に、原燃料と水との混合割合を所望の均一状態にする。

【解決手段】 ガソリンタンク20に貯蔵されるガソリンと、水タンク24に貯蔵される水とは、それぞれ所定の流路によって攪拌部30に供給されてここで均一に混合され、蒸発器32で気化された後、改質器34における改質反応に供される。ここで、攪拌部30に供給されるガソリンは、攪拌に先立って、エタノールタンク22に貯蔵されるエタノールが添加される。ガソリンと水とは、エタノールと共に混合されることにより、蒸発器32で気化されるまでの間、その混合状態が十分に均一に保たれる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段とを備え、前記混合手段は、前記原燃料および水を混合する際に、該混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、併せて混合することを特徴とする改質装置。

【請求項 2】 疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段と、前記混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を前記混合手段で混合する際に、前記原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加する添加手段とを備えることを特徴とする改質装置。

【請求項 3】 疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混

合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段とを備え、

前記混合手段で混合される前記原燃料および水のうちの少なくとも一方は、前記混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、予め混合していることを特徴とする改質装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の改質装置であって、前記水を貯蔵する水貯蔵手段をさらに備え、前記水貯蔵手段に貯蔵された水は、前記混合状態安定化物質を予め混合していることを特徴とする改質装置。

【請求項 5】 前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 いずれか記載の改質装置。

【請求項 6】 前記極性の高い液体有機化合物は、有機溶媒として用いられる液体であることを特徴とする請求項 5 記載の改質装置。

【請求項 7】 前記液体有機化合物を構成する分子は、親水基と疎水基とを備え、前記疎水基を構成する炭素数が 5 以下であることを特徴とする請求項 5 記載の改質装置。

【請求項 8】 請求項 3 記載の改質装置であって、前記原燃料を貯蔵する原燃料貯蔵手段をさらに備え、前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であって、前記原燃料貯蔵手段に貯蔵された原燃料は、前記混合状態安定化物質を、1%以上の含有量となるよう予め混合していることを特徴とする改質装置。

【請求項 9】 前記混合状態安定化物質は、前記改質反応を阻害する物質の含有量が十分に少ない請求項 1 ないし 8 いずれか記載の改質装置。

【請求項 10】 前記改質反応を阻害する物質は、硫黄、リンのうちの少なくとも一方の物質である請求項 9 記載の改質装置。

【請求項 11】 前記混合状態安定化物質は、前記改質器において、前記水蒸気改質反応によって水素を生成する物質である請求項 1 ないし 10 いずれか記載の改質装置。

【請求項 12】 前記原燃料はガソリンであり、前記混合状態安定化物質はエタノールである請求項 1 ないし 11 いずれか記載の改質装置。

【請求項 13】 疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、(a) 前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する工程と、

(b) 前記 (a) 工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、(c) 前記 (b) 工程で気化し

た前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、(d)前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、

前記(a)工程は、混合された前記原燃料および水が前記(b)工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に併せて混合する工程であることを特徴とする改質方法。

【請求項14】疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、(a)前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する工程と、

(b)前記(a)工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、(c)前記(b)工程で気化した前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、(d)前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、

前記(a)工程は、

(a-1)混合された前記原燃料および水が前記(b)工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に、前記原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加する工程を備える改質方法。

【請求項15】疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、(a)前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する工程と、

(b)前記(a)工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、(c)前記(b)工程で気化した前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、(d)前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、

前記(a)工程において混合される前記原燃料および水のうちの少なくとも一方は、前記(a)工程で混合された前記原燃料および水が前記(b)工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、予め混合していることを特徴とする改質方法。

【請求項16】前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であることを特徴とする請求項13ないし15いずれか記載の改質方法。

【請求項17】前記極性の高い液体有機化合物は、有機溶媒として用いられる液体であることを特徴とする請

求項16記載の改質方法。

【請求項18】前記液体有機化合物を構成する分子は、親水基と疎水基とを備え、前記疎水基を構成する炭素数が5以下であることを特徴とする請求項16記載の改質方法。

【請求項19】請求項15記載の改質方法であって、前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であって、

前記(a)工程において混合される前記原燃料は、前記混合状態安定化物質を、1%以上の含有量となるよう予め混合していることを特徴とする改質方法。

【請求項20】前記混合状態安定化物質は、前記改質反応を阻害する物質の含有量が十分に少ない請求項13ないし19いずれか記載の改質方法。

【請求項21】前記改質反応を阻害する物質は、硫黄、リンのうちの少なくとも一方の物質である請求項20記載の改質方法。

【請求項22】前記混合状態安定化物質は、前記改質器において、前記水蒸気改質反応によって水素を生成する物質である請求項13ないし21いずれか記載の改質方法。

【請求項23】前記原燃料はガソリンであり、前記混合状態安定化物質はエタノールである請求項13ないし22いずれか記載の改質方法。

【請求項24】水素を含有する燃料ガスと酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、請求項1ないし12いずれか記載の改質装置を備え、前記改質装置が生成する前記水素リッチガスを、前記燃料ガスとして利用する燃料電池装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改質装置および改質方法に関し、詳しくは、炭化水素系原燃料を水蒸気改質法を利用して改質し、水素リッチガスを生成する改質装置および改質方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、原燃料として炭化水素あるいは炭化水素系化合物を用いて、水蒸気改質反応によって水素リッチガスの生成が行なわれてきた。水素リッチガスを生成するための原燃料としては、メタンを主成分とする天然ガスや、メタノールなどのアルコールや、ガソリンなど、種々のものが用いられており、改質反応により水素リッチガスを生成する際には、用いる原燃料に応じて、改質反応の際に利用する改質触媒や改質反応温度を適宜選択する。このような改質触媒を用いて水素リッチガスを生成する際には、原燃料と水とを所定の割合で混合し、この混合した原燃料と水とが気化した状態で、改質触媒を備える所定の改質器に対して供給する。例えば、特開平11-79703号公報には、原燃料として

ガソリンを用い、改質器内で水蒸気改質反応と共に部分酸化反応を進行させて水素リッチガスを生成する技術が記載されている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、原燃料としてガソリンなどの液体炭化水素を用いる場合には、原燃料と水とを気化した上で改質器に供給するが、原燃料が上記ガソリンのように疎水性の液体であると、改質器に供給する原燃料と水とから成る混合気体において、原燃料と水との混合割合が不均一となって不都合を生じることがあった。すなわち、疎水性の液体炭化水素は、一旦は水と均一に混合しても直ちに分離を始めるといった性質を有しており、気化に先立って両者を所望の割合で均一に混合しても、実際に両者が気化するときまで両者の混合状態の均一性を十分に維持することは困難である。両者が気化する際に、その混合状態が不均一であれば、気化によって得られる混合気体における原燃料と水（水蒸気）との混合割合も不均一となり、改質反応に供される混合気体において、原燃料と水との混合割合が、所望の割合からばらついてしまうことになる。

【0004】気化の際に原燃料と水との混合状態が不均一となることに起因して、改質器内に供給された上記混合気体において、部分的に所望の割合よりも水の割合が低くなると、改質器で進行する水蒸気改質反応の活性が部分的に不十分となったり、改質器内で煤の生成が増大することがある。また、上記混合気体において部分的に水の割合が高くなると、生成した水素リッチガス中の水蒸気分圧が部分的に非所望の程度にまで高くなったり、あるいは、改質器内において水蒸気改質反応と共に部分酸化反応も進行させる場合には、原燃料の量が所望量よりも少なくなることによって酸素量が相対的に過剰となり、部分酸化反応ではなく完全酸化反応が進行して改質触媒が非所望の温度にまで昇温してしまうことがある。

【0005】本発明の改質装置および改質方法は、こうした問題を解決し、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用いて水蒸気改質反応を行なう際に、原燃料と水との混合割合を所望の均一状態にすることを目的としてなされ、次の構成を採った。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の改質装置は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料

および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段とを備え、前記混合手段は、前記原燃料および水を混合する際に、該混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、併せて混合することを要旨とする。

【0007】以上のように構成された本発明の第1の改質装置は、疎水性の液体炭化水素である原燃料および水を混合手段において混合する際に、混合手段で混合された前記原燃料および水が気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、併せて混合する。混合手段において、混合状態安定化物質と共に、所定の割合で均一に混合された原燃料と水は、気化手段で気化された後、改質器に供給される。改質器は、水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、水蒸気改質反応を進行して、原燃料および水から水素リッチガスを生成する。

【0008】また、本発明の第1の改質方法は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、（a）前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する工程と、（b）前記（a）工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、

（c）前記（b）工程で気化した前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、（d）前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、前記（a）工程は、混合された前記原燃料および水が前記（b）工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に併せて混合する工程であることを要旨とする。

【0009】このような本発明の第1の改質装置および改質方法によれば、水蒸気改質反応に供するのに先立って均一に混合された原燃料および水が気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に併せて混合するため、気化の際に原燃料と水との混合状態を均一に保つことができ、原燃料と水（水蒸気）との混合状態が十分に均一な気体を気化によって得て、水蒸気改質反応に供することができる。したがって、改質器内で水蒸気改質反応が進行する際に、部分的に水が不足したり水が過剰となったりすることがない。すなわち、部分的に水が不足することに起因して、改質器内で非所望量の煤が生じたり、水蒸気改質反応が十分に進行しなくなることがない。また、部分的に水が過剰となる（原燃料が相対的に不足する）ことに起因して、生成した水素リッチガス中の水蒸気分圧が部分

的に非所望の程度にまで高くなったり、あるいは、改質器内において水蒸気改質反応と共に部分酸化反応も進行させる場合には、酸素量が相対的に過剰となることにより、部分酸化反応ではなく完全酸化反応が進行して改質触媒が非所望の温度にまで昇温してしまうことがない。

【0010】本発明の第2の改質装置は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段と、前記混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を前記混合手段で混合する際に、前記原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加する添加手段とを備えることを要旨とする。

【0011】以上のように構成された本発明の第2の改質装置は、疎水性の液体炭化水素である原燃料および水を混合手段において混合する際に、混合手段で混合された前記原燃料および水が気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加する。混合手段において、混合状態安定化物質と共に、所定の割合で均一に混合された原燃料と水は、気化手段で気化された後、改質器に供給される。改質器は、水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、水蒸気改質反応を進行して、原燃料および水から水素リッチガスを生成する。

【0012】なお、本発明の第2の改質装置において、前記原燃料および水を前記混合手段で混合する際に混合状態安定化物質を添加する動作は、原燃料および水を混合手段に供給するのに先立って、原燃料および水のうちの少なくとも一方に混合状態安定化物質を添加することとしても良いし、原燃料および水とは別に、混合手段に混合状態安定化物質を供給し、混合手段で混合されつつある原燃料および水に対して混合状態安定化物質を添加することとしても良い。混合手段における混合の動作に連動して添加手段によって添加が行なわれ、添加された混合状態安定化物質が、混合手段において原燃料および水と共に混合されればよい。

【0013】本発明の第2の改質方法は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、(a) 前記原燃料および水を、所定の割合で均一

に混合する工程と、(b) 前記(a)工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、(c) 前記

(b)工程で気化した前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、(d) 前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、前記

(a)工程は、(a-1)混合された前記原燃料および水が前記(b)工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に、前記原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加する工程を備えることを要旨とする。

【0014】このような本発明の第2の改質装置および改質方法によれば、水蒸気改質反応に供するのに先立って均一に混合された原燃料および水が気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、前記原燃料および水を混合する際に、前記原燃料および水のうちの少なくとも一方に添加するため、気化の際に原燃料と水との混合状態を均一に保つことができ、原燃料と水(水蒸気)との混合状態が十分に均一な気体を気化によって得て、水蒸気改質反応に供することができる。したがって、改質器内で水蒸気改質反応が進行する際に、部分的に水が不足したり水が過剰となったりすることに起因する既述した不都合を生じることがない。

【0015】本発明の第3の改質装置は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質装置であって、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、前記水蒸気改質反応を進行して前記原燃料および水から前記水素リッチガスを生成する改質器と、前記原燃料および水を前記改質器に供給する供給手段とを備え、前記供給手段は、前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する混合手段と、前記混合手段によって均一に混合された原燃料および水を、前記改質器への供給に先立って気化させる気化手段とを備え、前記混合手段で混合される前記原燃料および水のうちの少なくとも一方は、前記混合手段で混合された前記原燃料および水が前記気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、予め混合していることを要旨とする。

【0016】以上のように構成された本発明の第3の改質装置は、混合手段で混合される疎水性の液体炭化水素である原燃料および水のうちの少なくとも一方は、混合手段で混合された前記原燃料および水が気化手段で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、予め混合している。混合手段において、混合状態安定化物質と共に、所定の割合で均一に混合された原燃料と水は、

気化手段で気化された後、改質器に供給される。改質器は、水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備え、水蒸気改質反応を進行して、原燃料および水から水素リッチガスを生成する。

【0017】本発明の第3の改質方法は、疎水性の液体炭化水素を原燃料として用い、水蒸気改質反応によって前記原燃料から水素リッチガスを生成する改質方法であって、(a) 前記原燃料および水を、所定の割合で均一に混合する工程と、(b) 前記(a)工程で均一に混合された原燃料および水を気化させる工程と、(c) 前記(b)工程で気化した前記原燃料および水を、前記水蒸気改質反応を促進する改質触媒を備える改質器に供給する工程と、(d) 前記改質器において、前記気化した原燃料および水を利用して前記水蒸気改質反応を進行し、前記水素リッチガスを生成する工程とを備え、前記

(a)工程において混合される前記原燃料および水のうちの少なくとも一方は、前記(a)工程で混合された前記原燃料および水が前記(b)工程で気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、予め混合していることを要旨とする。

【0018】このような本発明の第3の改質装置および改質方法によれば、水蒸気改質反応に供するのに先立って均一に混合された原燃料および水が気化されるまでの間、前記原燃料および水の混合状態の均一性を確保することが可能な混合状態安定化物質を、混合される原燃料および水のうちの少なくとも一方が予め混合しているため、気化の際に原燃料と水との混合状態を均一に保つことができ、原燃料と水(水蒸気)との混合状態が十分に均一な気体を気化によって得て、水蒸気改質反応に供することができる。したがって、改質器内で水蒸気改質反応が進行する際に、部分的に水が不足したり水が過剰となったりすることに起因する既述した不都合を生じることがない。

【0019】本発明の第3の改質装置において、前記水を貯蔵する水貯蔵手段をさらに備え、前記水貯蔵手段に貯蔵された水は、前記混合状態安定化物質を予め混合していることとしてもよい。

【0020】このような構成とすれば、混合状態安定化物質を予め水に混合することにより、貯蔵手段に貯蔵する水の凝固点を下げ、寒冷地において改質装置を使用する場合にも、貯蔵手段内や貯蔵手段に接続する流路内において水が凍結してしまうのを防止することが可能となる。

【0021】本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であることとしても良い。このような化合物は、疎水性の液体炭化水素とも水とも親和力が強く、上記混合状態安定化物質として有効に働く。

【0022】このような本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記極性の高い液体有機化合物は、有機溶媒として用いられる液体であることとしてもよい。有機溶媒として用いられるような簡単な組成の液体を混合状態安定化物質として用いれば、改質反応を行なう際に改質触媒の活性を低下させたり、改質反応時に煤を生じるおそれが少ない。また、比較的安価に本発明を実施することが可能となる。

【0023】また、上記本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記液体有機化合物を構成する分子は、親水基と疎水基とを備え、前記疎水基を構成する炭素数が5以下であることとしても良い。親水基と疎水基(親油基)とを備えることで、疎水性の液体炭化水素とも水とも十分に混じり合い、両者の親和性を高めて上記混合状態安定化物質として有効に働く。また、疎水基を構成する炭素数が5以下であることにより、疎水基の疎水性が強く成りすぎず、混合状態安定化物質を構成する分子全体で、親水性と疎水性のバランスがとれ、混合状態安定化物質として良好に働くことができる。さらに、親水基の多くは酸素分子を含有しており、そのような親水基を備える混合状態安定化物質を用いれば、改質反応の際に煤の生成を抑える効果を得ることができる。

【0024】本発明の第3の改質装置において、前記原燃料を貯蔵する原燃料貯蔵手段をさらに備え、前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であって、前記原燃料貯蔵手段に貯蔵された原燃料は、前記混合状態安定化物質を、1%以上の含有量となるよう予め混合していることとしてもよい。

【0025】また、本発明の第3の改質方法において、前記混合状態安定化物質は、極性の高い液体有機化合物であって、前記(a)工程において混合される前記原燃料は、前記混合状態安定化物質を、1%以上の含有量となるよう予め混合していることとしてもよい。

【0026】上記原燃料としては、主として疎水性の液体炭化水素からなり、さらに他種の化合物を含有するものを用いることとしてもよいが、その際には、予め原燃料が混合する混合状態安定化物質である極性の高い液体有機化合物は、単に微量成分として含まれていればよいのではなく、原燃料と水とを混合してから気化するまでの間、その混合状態を十分に安定化することができる量が含有されるよう構成する。

【0027】本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記混合状態安定化物質は、前記改質反応を阻害する物質の含有量が十分に少ないこととしても良い。

【0028】このような構成とすれば、混合状態安定化物質を用いて原燃料と水との混合状態の均一性を確保することによって、改質反応が阻害されてしまうのを防止



することができる。したがって、原燃料と水との混合状態の均一性を確保することによる効果を十分に得ることができる。

【0029】このような本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記改質反応を阻害する物質は、硫黄、リンのうちの少なくとも一方の物質であることとしても良い。

【0030】また、本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記混合状態安定化物質は、前記改質器において、前記水蒸気改質反応によって水素を生成する物質であることとしてもよい。

【0031】このような構成とすれば、原燃料と水との混合状態の均一性を確保するために用いる混合状態安定化物質もまた、原燃料と同様に、水蒸気改質反応による水素の生成に寄与することができ、改質反応で得られる水素リッチガス中に、混合状態安定化物質が残留してしまうのを抑えることができる。

【0032】また、本発明の第1ないし第3の改質装置、あるいは、本発明の第1ないし第3の改質方法において、前記原燃料はガソリンであり、前記混合状態安定化物質はエタノールであることとしても良い。

【0033】本発明の燃料電池装置は、水素を含有する燃料ガスと酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、請求項1ないし12いずれか記載の改質装置を備え、前記改質装置が生成する前記水素リッチガスを、前記燃料ガスとして利用することを要旨とする。

【0034】以上のように構成された本発明の燃料電池装置は、請求項1ないし12いずれか記載の改質装置を備え、この前記改質装置が生成する水素リッチガスを燃料ガスとして利用すると共に、さらに酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応により起電力を得る。

【0035】このように、本発明の第1ないし第3の改質装置が生成する水素リッチガスを燃料ガスとして用いることにより、水素などの成分の割合が常に安定した燃料ガスを用いて発電を行なうことができ、燃料電池からの出力を安定化し、燃料電池の性能を十分に確保することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

1. 第1実施例の燃料電池装置10の全体構成
2. エマルジョン安定化剤について
3. 燃料電池装置の他の構成について

【0037】(1) 第1実施例の燃料電池装置10の全体構成：図1は、本発明の好適な一実施例である燃料電池装置10の構成の概略を表わす説明図である。燃料電

池装置10は、ガソリンを貯蔵するガソリントank20、エタノールを貯蔵するエタノールタンク22、水を貯蔵する水タンク24、ガソリンと水との攪拌を行なう攪拌部30、燃焼ガスを発生するバーナ58、空気の圧縮を行なう圧縮機56、バーナ58と圧縮機56とを併設した蒸発器32、改質反応により燃料ガスを生成する改質器34、燃料ガス中の一酸化炭素(CO)濃度を低減するCO低減部36、ガソリンや水素リッチガスの脱硫を行なう脱硫器31、35、37、電気化学反応により起電力を得る燃料電池38を主な構成要素とする。これらの各部の動作は、制御部60により制御される。

【0038】燃料電池38は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、電解質膜、アノード、カソード、およびセパレータとを備える単セルを複数積層して構成されている。電解質膜は、例えばフッ素系樹脂などの固体高分子材料で形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜である。アノードおよびカソードは、共に炭素繊維を織成したカーボンクロスにより形成されている。セパレータは、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンなど、ガス不透過性を有する導電性部材により形成されている。また、このセパレータは、上記アノードおよびカソードとの間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。燃料電池38は、水素リッチガスである燃料ガスと圧縮空気である酸化ガスの供給を受けて、電気化学反応を進行することで起電力を発生する。

【0039】燃料電池装置10の各構成要素は次の通り接続されている。ガソリントank20は流路70によって脱硫器31に接続されている。脱硫器31は、ガソリントank20から供給されるガソリンに含まれる硫黄分の除去を行なう。硫黄分は、改質器34が備える触媒の活性を低下させて改質反応を阻害してしまうため、燃料電池装置10においては、改質器34に先だって脱硫器31を設けて、吸着によってガソリン中の硫黄分の除去を行なう。脱硫器31は、流路71によって攪拌部30に接続されている。ガソリントank20と脱硫器31とを接続する流路70の途中に設けられたポンプ40(図中のP1)は、原燃料であるガソリンの流量を調整して、所望量のガソリンを、脱硫器31を介して攪拌部30に供給する。ポンプ40は、制御部60に接続しており、制御部60によってその駆動状態が制御される。

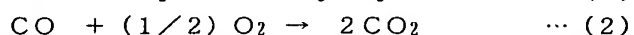
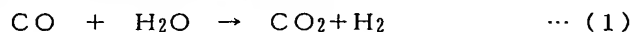
【0040】上記脱硫器31と攪拌部30とを接続する流路71には、ポンプ44(P3)を備える流路74によって、エタノールタンク22がさらに接続されている。ポンプ44がエタノールの流量を調整することで、攪拌部30に供給されるガソリンに所望量のエタノールが混合される。水タンク24も同様に流路72によって攪拌部30に接続されている。この流路72の途中に設けられたポンプ42(P2)は、水の流量を調整して、所望量の水を攪拌部30に供給する。これらポンプ44、42は、制御部60に接続しており、制御部60に

よってその駆動状態が制御される。

【0041】エタノールが混合されたガソリン（以下、エタノール添加ガソリンと呼ぶ）が通過する流路 71 と、水が通過する流路 72 とは、攪拌部 30 において一つに合流する。攪拌部 30 は、回転式のプロペラからなる攪拌装置を設けた攪拌槽を備えており、攪拌部 30 に供給されたエタノール添加ガソリンと水とは、上記攪拌槽内で上記攪拌装置によって攪拌され、両者が均一に混合された混合液（エマルジョン）となる。攪拌部 30 は蒸発器 32 に接続されており、攪拌部 30 で均一に攪拌されたエタノール添加ガソリンと水との混合液は、所定の流路によって蒸発器 32 に導かれる。攪拌部 30 は制御部 60 に接続しており、制御部 60 によって、上記回転式のプロペラの回転状態、すなわち攪拌部 30 で実行される攪拌の動作が制御される。

【0042】蒸発器 32 は、上記エタノール添加ガソリンと水との混合液を気化させる。蒸発器 32 には、バーナ 58 と圧縮機 56 とが併設されている。蒸発器 32 は、バーナ 58 から供給される燃焼ガスによって、エタノール添加ガソリンと水とを沸騰、気化させる。ここで、ガソリタンク 20 と脱硫器 31 とを接続する上記流路 70 は途中で分岐しており、分岐して成る流路 76 は、バーナ 58 に接続している。この分岐した流路 76 には、ポンプ 46（P4）が設けられており、これによってバーナ 58 に供給するガソリン量を調節している。ポンプ 46 は、制御部 60 に接続しており、制御部 60 によってその駆動状態が制御される。バーナ 58 には、燃焼の燃料として、上記ガソリンに加えて、燃料電池 38 での電気化学反応で消費されずに残った燃料排ガスも供給される。バーナ 58 は、ガソリンと燃料排ガスのうち、後者を主として燃焼させるが、燃料排ガスだけでは不足する場合や燃料電池装置 10 の起動時などには、ガソリンを用いた燃焼も行なう。バーナ 58 には温度センサ 50 が設けられており、バーナ 58 の燃焼温度は、この温度センサ 50 の出力に基づいて所望の温度範囲となるよう制御される。すなわち、温度センサ 50 は制御部 60 に対して検出信号を出力し、制御部 60 はその情報に基づいてポンプ 46 などに駆動信号を出力する。バーナ 58 の燃焼ガスは、蒸発器 32 に移送される際に圧縮機 56 が備えるタービンを回転させ、圧縮機 56 を駆動する。圧縮機 56 は、燃料電池装置 10 の外部から空気を取り込んでこれを圧縮し、この圧縮空気を、既述した酸化ガスとして燃料電池 38 のカソード側に供給する。

【0043】蒸発器 32 と改質器 34 とは所定の流路で接続されており、蒸発器 32 で得られた原燃料ガス、即ちエタノール添加ガソリンと水蒸気との混合ガスは、この流路を介して改質器 34 に供給される。改質器 34



【0047】CO 低減部 36 は、所定の流路によって脱

は、内部に改質触媒を備えており、供給されたエタノール添加ガソリンと水とからなる原燃料ガスを改質して水素リッチな燃料ガスを生成する。改質触媒としては、白金、パラジウム、ロジウムなどの貴金属、あるいはこれらの合金を用いることができる。蒸発器 32 で気化した上記混合ガスは、所定の高温に昇温しているため、改質器 34 では、混合ガスが蒸発器 32 から持ち込んだ熱を利用して水蒸気改質反応が行なわれる。なお、本実施例の改質器 34 では、水素リッチガスを生成する際に、水蒸気改質反応に加えて、水素の生成を伴う部分酸化反応も同時に進行する。部分酸化反応は、発熱反応であるため、水蒸気改質反応が進行する際には、上記混合ガスが蒸発器 32 から持ち込んだ熱に加えて、部分酸化反応で生じた熱も利用される。この部分酸化反応に必要な酸素を供給するために、改質器 34 には外部から空気を供給するためのブロワ 54 が併設されている。ブロワ 54 は、制御部 60 に接続しており、制御部 60 によってその駆動状態が制御される。

【0044】改質器 34 は、脱硫器 35 に接続されている。この脱硫器 35 は、改質器 34 で生成された水素リッチな燃料ガス中の硫黄分の除去を行なう装置である。既述した脱硫器 31 によってガソリン中の脱硫が行なわれるが、改質ガス中には微量の硫黄分が残留している。改質触媒だけでなく、電気化学反応を促進する燃料電池 38 中の触媒もまた、硫黄分によって反応が阻害されるため、このように脱硫器 35 を設けることで、燃料ガス中の硫黄分のさらなる低減を図っている。

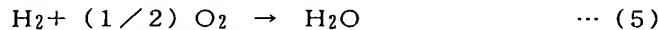
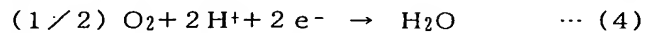
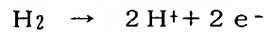
【0045】脱硫器 35 と CO 低減部 36 とは所定の流路によって接続されており、脱硫器 35 で硫黄分が低減された水素リッチな燃料ガスは、CO 低減部 36 に供給される。既述した改質触媒を用いて主として水蒸気改質反応によって水素リッチガスを生成する改質器 34 から排出される燃料ガス中には、通常は一定量の一酸化炭素（CO）が含まれる。CO 低減部 36 は、この燃料ガス中の一酸化炭素濃度を低減させる。固体高分子型の燃料電池では、燃料ガス中に含まれる一酸化炭素が燃料電池の備える触媒上に吸着し、アノードにおける反応を阻害して燃料電池の性能を低下させてしまう性質を有するため、このような構成を設けている。CO 低減部 36 としては、シフト反応により一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素変成部や、一酸化炭素の選択酸化反応により一酸化炭素濃度を低減する一酸化炭素選択酸化部によって構成することができる。シフト反応を以下に（1）式として、一酸化炭素の酸化反応を以下に（2）式として示す。

【0046】

硫器 37 に接続されており、CO 低減部 36 で一酸化炭

素濃度が低減された燃料ガスは、脱硫器 37 において再び硫黄分の除去が行なわれる。脱硫器 37 と、既述した脱硫器 35 は、脱硫器 31 と同様に吸着によって硫黄分の除去を行なっても良く、また、触媒反応によって硫黄分の除去を行なってもよい。また、脱硫器 35 および 37 は、必ずしも必要なわけではなく、改質器 34 から排出される燃料ガス中の硫黄分の濃度や、燃料電池 38 が燃料ガス中に許容する硫黄分の濃度に応じて、適宜設けることとすればよい。

【0048】脱硫器 37 と燃料電池 38 とは所定の流路によって接続されており、一酸化炭素濃度および硫黄分



【0050】以上の構成を有する燃料電池装置 10 は、エタノール添加ガソリンと水を原燃料として水素リッチガスを生成し、この水素リッチガスを燃料ガスとして用いて電気化学反応によって電力を供給することができる。なお、図 1 では図示を省略しているが、燃料電池 38 は、その内部に冷却水を循環させる冷却装置を備えている。燃料電池 38 内で上記した電気化学反応が進行する際には発熱を伴うが、この冷却装置によって、燃料電池 38 の運転温度を所定の温度範囲内に保っている。

【0051】また、図 1 に示した燃料電池装置 10 の蒸発器 32 では、熱源としてバーナ 58 を併設することとしたが、原燃料や水を気化させるための熱源は、ヒータなど他種の熱源を用いることとしても良い。さらに、攪拌部 30 の構成は、ガソリンと水とを均一に混合する（エマルジョン化する）ことができれば、他の構成であっても構わない。

【0052】制御部 60 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU 62、ROM 64、RAM 66 および入出力ポート 68 などからなる。ここで、CPU は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行し、ROM は、CPU で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM は、同じく CPU で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされ、入出力ポートは、種々のセンサなどからの信号を入力すると共に、CPU での演算結果に応じて、燃料電池 38 の運転に関わる各部に駆動信号を出力するものであり、制御部 60 によって燃料電池装置 10 を構成する各部の駆動状態が制御される。

【0053】燃料電池 38 による発電を行なう際には、上記制御部 60 に対して、図示しない所定の入力部から要求動力（燃料電池 38 から出力すべき電力量）に関する指示が入力される。制御部 60 は、この入力された指示信号に基づいて、既述したポンプ 40、42、44 等に駆動信号を出力する。これによって、所定量のガソリンやエタノールおよび水が、脱硫器 31 や攪拌部 30 お

が低減された水素リッチな燃料ガスは、この流路を介して燃料電池 38 のアノード側に供給され、電気化学反応に利用される。また、先に説明した通り、燃料電池 38 のカソード側には、圧縮機 56 で圧縮された空気が供給されている。この圧縮空気は、酸化ガスとして燃料電池 38 のカソード側で電気化学反応に利用される。以下に、燃料電池 38 で進行する電気化学反応を示す。

（3）式はアノード側における反応、（4）式はカソード側における反応を示し、電池全体では（5）式に示す反応が進行する。

【0049】



および蒸発器 32 を経由して改質器 34 における改質反応に供され、改質器 34 で生成された所定量の水素リッチガスが、一酸化炭素濃度および硫黄分が低減された後に燃料電池 38 に供給されることで、燃料電池 38 から所望量の電力が得られる。

【0054】図 1 に示した燃料電池装置 10 を電気自動車などの移動体に搭載すれば、燃料電池装置 10 が備える燃料電池 38 を、移動体の駆動エネルギー源として用いることができる。例えば燃料電池装置 10 を電気自動車に搭載する場合には、燃料電池 38 が発生する電気エネルギーを、電気自動車の駆動軸を駆動するモータに供給すればよい。このような電気自動車では、制御部 60 は、要求動力に関する指示信号としてアクセル開度を入力し、これに基づいて既述した各ポンプの駆動量を調節し、改質反応に供する原燃料と水の量を決定する。これにより、所望の電気エネルギーを発生するのに要する水素を生成するのに必要な量のガソリンと、このガソリンを改質するのに必要な量の水とが、蒸発器 32 等を経由して改質器 34 に供給されて、所望量の水素が生成されると共に、この水素を供給される燃料電池装置 10 において所望量の電気エネルギーが発生する。なお、本実施例では、所望の電気エネルギーを発生するのに要する水素を生成するために、ガソリンの量と共にエタノールの量も調節される。すなわち、攪拌部 30 よりも上流側でガソリンに混合されるエタノール量は、ガソリンタンク 20 から供給されるガソリン量に対して所定の割合となるように制御される。エタノールの添加に関する構成は、本発明の要部に対応するものであり、後に詳しく説明する。

【0055】（2）エマルジョン安定化剤について：本実施例の燃料電池装置 10 では、改質反応の原燃料であるガソリンと水とを攪拌部 30 において攪拌し、攪拌によってガソリンと水とが均一に混合された状態にして、これを蒸発器 32 に供給している。ここで、ガソリンと水とを攪拌部 30 で攪拌するのに先立って、ガソリンに対して所定の割合でエタノールを混合することにより、蒸発器 32 で気化する際のガソリンと水との混合状態の

均一性を十分に確保している。疎水性のガソリンと水とは互いに溶解することがなく、両者を攪拌によって均一化する場合には、溶液ではなく乳濁液（エマルジョン）を形成する。しかしながら、疎水性のガソリンと水とは、一旦均一に混合してエマルジョンを形成しても容易に分離してしまうため、両者を単に攪拌するだけでは、攪拌部30と蒸発器32とを接続する流路を通過する間に両者の分離が進行し、蒸発器32でこれらを気化させる際には、両者の混合状態が十分に均一ではなくなってしまうおそれがある。本実施例では、ガソリンにエタノールを混合することによって、攪拌部30で攪拌されてから蒸発器32で気化するまでの間、ガソリンと水とからなるエマルジョンの状態を安定化し、両者の混合状態の均一性を確保している。

【0056】エタノールは、極性の高い液体有機化合物であり、エタノール分子は、疎水基であるアルキル基（ $-C_nH_{2n+1}$ ）の一つエチル基と、親水基であるヒドロキシ基（ $-OH$ ）とからなる。このように疎水基と親水基とを有するエタノールは、水にも、疎水性のガソリンにも、容易に溶解する。したがって、攪拌に先立ってガソリンに添加したエタノールは、ガソリンと水との間の親和性を高め、攪拌部30で両者を攪拌してエマルジョンを形成したときに、エマルジョンの状態をより安定化させる働きを有する。

【0057】ガソリンと水とのエマルジョンを安定化させるというエタノール添加の効果について調べた結果を以下に示す。図2は、ガソリンと水とのエマルジョンの安定化について調べるために行なったモデル実験の結果を表わす。ここでは、ガソリンの成分の一つであって、疎水性の液体炭化水素であるイソオクタンと、水とのエマルジョンの安定化に対するエタノールの影響を調べた結果を示す。なお、ガソリンは、多種類の炭化水素系化合物を含有しており、ガソリンを構成する各分子の分子量も一様ではないが、イソオクタンは、ガソリンに含まれるアルカンの中の代表的な炭化水素であり、実験的にはイソオクタンを用いることで、ガソリンのおよその性質を知ることができる。

【0058】図2において、実験Aは、イソオクタンと水にさらにエタノールを加えて形成されるエマルジョンに関する結果を、実験Bは、対象系として、エタノールを加えずイソオクタンと水だけから形成するエマルジョンに関する結果を表わす。すなわち、実験Aでは、100ml容量のバイアル瓶（密閉式ガラス容器）に5mlのイソオクタンと0.5mlのエタノールを加えて一旦混合し、その後20mlの蒸留水を加えた。また、実験Bでは、同じく100ml容量のバイアル瓶に5mlのイソオクタンと20mlの蒸留水とを加えた。両方のバイアル瓶を5秒間激しく（手動で）振盪して、内部の液体をエマルジョン化した後に静置し、静置後所定の経過時間（10秒、20秒、30秒、60秒、120秒）ご

とに各バイアル瓶中のエマルジョンにおける油相－水相の分離状態を目視によって観察した。

【0059】イソオクタンと水とからなるエマルジョンを静置すると、次第に液体表面に油相（イソオクタンの層）が形成され、やがて完全に油相と水相とが分離する。図2に示した実験Aのように、エマルジョンの形成に先立ってエタノールを添加すると、エマルジョン中のイソオクタンと水とが分離するのをエタノールが抑え、エマルジョンが油相－水相に分離するのを遅らせることができる。すなわち、実験Aでは、振盪後30秒まではエマルジョンの状態に変化が見られず、振盪後60秒を経過すると液体表面に変化が生じ（イソオクタンと水との分離が始まることで、エマルジョン上層の白濁相が濃くなる）、振盪後120秒を経過すると油相が分離始めて、エマルジョンの表層部に相厚1mmの油相が形成される。これに対し実験Bでは、振盪後10秒を経過した時点ですでに相厚1mmの油相が形成され、振盪後20秒では油相の相厚が3mmに達し、振盪後30秒で油相の相厚が5mmとなつてほぼ完全に油相と水相とが分離する。

【0060】このように、疎水性の液体炭化水素であるイソオクタンと水とをエマルジョン化する際にエタノールを添加することで、エマルジョンの安定性を向上させることができる。本実施例の燃料電池装置10においても、ガソリンにエタノール（例えば、図2に示した実験と同様に、ガソリン量に対して容量%で10%にあたる量のエタノール）を添加することで、ガソリンと水とを混合して成るエマルジョンの安定性を、同様に向上させることができる。

【0061】以上のように構成した本実施例の燃料電池装置10によれば、攪拌部30に供給するのに先立ってガソリンにエタノールが添加されるため、蒸発器32に供給するエマルジョンにおいてガソリンと水とが十分に均一に混合された状態を保つことができ、ガソリンと水とが所望の割合で混合された気体を蒸発器32で生成し、改質反応に供することができる。したがって、改質器34で改質反応が進行する際に、供給される水が不足することによって、改質器34における煤の生成量が増大したり、水蒸気改質反応の活性が不十分となって、水蒸気改質反応が充分に行なわれないガスが改質器34から排出されたりすることがない。また、改質器34で改質反応が進行する際に、供給される水が過剰となることによって（ガソリンが不足することによって）、非所望の完全酸化反応が進行して改質触媒が非所望の高温にまで昇温したり（これによって改質触媒の劣化が促進されたり）、改質器34から排出される水素リッチガス中に非所望量の水蒸気が含有されることがない。したがって、改質器34内における改質反応の進行状態を安定化すると共に、改質反応によって得られる水素リッチガス中の成分割合を、所望の割合で安定化することが可能と

なる。また、改質器 34 から排出される水素リッチガス中の成分割合を所望の割合で安定化することにより、この水素リッチガスを燃料ガスとして用いる燃料電池 38 の性能を、安定な状態で十分に確保することができ、燃料電池装置 10 全体のエネルギー効率を高めることができる。

【0062】なお、本実施例のように疎水性の液体炭化水素であるガソリンにエタノールを添加する構成は、ガソリンと水とを混合して成るエマルジョンを長期にわたって（例えば、エマルジョンの状態では貯蔵できるほど長期間）安定化するものではない。例えば、図 2 に示した実験結果においても、振盪（エマルジョン形成）した後 60 秒から 120 秒後にはイソオクタンと水との分離が開始される。しかしながら、エタノールを添加することによりエマルジョンの安定状態が保たれるこのような時間は、攪拌部 30 でガソリンと水とが攪拌されてから蒸発器 32 でこれらが気化されるまでの間（攪拌部 30 と蒸発器 32 とを接続する流路を通過する間）、均一な混合状態を保つのに充分な時間である。したがって、攪拌部 30 で攪拌に先立ってガソリンにエタノールを添加することによって、蒸発器 32 で気化して成るガス中のガソリンと水との混合状態を充分均一にし、改質器 34 に供給されるガスにおけるガソリンと水との混合割合を所望の値に保つことができる。

【0063】ここで、改質器 34 が備える既述した改質触媒は、ガソリンだけでなく種々の炭化水素や炭化水素化合物を改質する活性を有している。したがって、改質反応に先立って原燃料に混合されたエタノールは、改質器 34 においてガソリンと同様に改質反応に供され、ガソリンだけでなくこのエタノールからも水素が生成される。そのため、ガソリンと水とのエマルジョンを安定化させる安定化剤としてエタノールを混合しても、改質器 34 から排出される水素リッチガス中にエマルジョン安定化剤がそのまま残留することによって、改質器 34 よりも下流側の反応（CO 低減部 36 における一酸化炭素選択酸化反応や燃料電池装置 10 における電気化学反応）においてエマルジョン安定化剤が不都合を引き起こすことがない。

【0064】このように、エマルジョン安定化剤として加えるエタノールも改質反応によって水素を生成するため、燃料電池装置 10 の運転状態の制御においては、既述した動力要求に従って供給ガソリン量を制御する際に、ガソリンに対して所定の割合で加えるエタノールからも水素が生じることを考慮して、供給ガソリン量を決定すればよい。すなわち、動力要求に従って改質器 34 に供給すべきガソリンを決定する際に、例えばガソリン量の 10% のエタノールをガソリンに混合する場合には、このエタノールからも所定量の水素が改質反応によって生成されることを考慮して、全体として所望量の水素が生成されるように、改質反応に供するガソリン量お

よびエタノール量を決定する。

【0065】なお、疎水性の液体と水とを混合して成るエマルジョンを安定化させる物質としては、従来から種々の界面活性剤が知られており、これら通常知られる界面活性剤を上記実施例におけるエタノールの代わりに用いても、ガソリンと水とから成るエマルジョンの混合状態を安定化し、ガソリンと水とが所望の割合で混合された気体を改質器 34 に供給するという同様の効果を得ることができるとともに、適当な界面活性剤を選択すれば、エタノールを用いる場合よりも上記エマルジョンを安定化する効果を高めることが可能となる。しかしながら、本実施例のエタノールのように、有機溶媒として用いられるような簡単な組成の液体をエマルジョン安定化剤として用いれば、通常界面活性剤として知られる物質を用いる場合に比べて、改質反応に不都合を生じるおそれがなく、改質器内で煤が生じるのを抑え、エマルジョン安定化を安価に実現することができる。すなわち、一般に界面活性剤は分子量が大きく構造が複雑であるため、改質器 34 などが備える触媒の活性を低下させてしまうおそれがあるとともに、改質器において容易に煤を生じてしまう。また、界面活性剤は、エタノールに比べて一般に高価である。エタノールは、改質器 34 で触媒活性に不都合を引き起こすことなく改質反応によって水素を生成することが可能であると共に、その分子は酸素を含有しているため、改質器 34 において煤を生じにくいという性質を有している。さらに、エタノールのように酸素を含有する分子を原燃料にさらに加えることで、改質器 34 で生成される煤の総量を抑える効果を得ることができる。

【0066】また、上記実施例のようにエタノールのようなエマルジョン安定化剤を添加してガソリンと水との親和性を高め、両者を混合してエマルジョン化すると、エマルジョン中の粒子（水中に分散する油滴）の大きさを、より小さくすることができる。ガソリンと水との混合液を気化させる際には、沸点の低いガソリンが先に気化し、その後、より沸点の高い水が気化するが、上記混合液において両者が均一に混ざり合ってエマルジョンを形成していると、両者が分離している場合とは異なり、低沸点のガソリンが気化する際に高沸点の水の気化も促進するという性質を示す。本実施例のように、エタノールを添加してガソリンと水との親和性を高め、エマルジョン中の粒子をより微小化すると、水の気化を促進する効果を高め、気化に要するエネルギーを削減する効果を得ることができる。

【0067】さらに、エタノールのようなエマルジョン安定化剤を加えてガソリンと水との親和性を高めることによって、両者の攪拌によって形成されるエマルジョンが安定化するだけでなく、攪拌の動作の際にエマルジョンを形成しやすく（均一に混合しやすく）なる。したがって、攪拌部 30 において攪拌のために消費するエネル

ギを削減することができ、燃料電池装置10全体のエネルギー効率をより高めることができる。

【0068】なお、上記した説明では、疎水性の液体炭化水素量の10%に相当するエタノールを加えることとしたが、エマルジョンの安定化のために加えるエタノール量は、これに限るものではない。原燃料の改質を行なう際に、攪拌により液体炭化水素と水とを均一なエマルジョンにした後、気化を行なうまでの間、原燃料と水との混合状態を十分に均一に保つことができればよい。

【0069】ここで、ガソリンにエタノールを加える際に、加えるエタノール量が多いほど両者の親和性を高める効果が得られると考えられるため、加えるエタノールの割合をより大きくする構成も考えられる。ただし、ガソリンとエタノールとは、改質反応の最適条件（改質触媒の種類や改質温度）が完全に一致するわけではない。したがって、本実施例のように原燃料としてガソリンを主として用いて、ガソリンを改質する効率ができるだけ高くなるように改質触媒の種類を選択すると共に改質反応の温度を設定する場合には、エタノールの添加量は、上記エマルジョンの安定化の効果が十分に得られる範囲で、十分に抑えることが望ましい。これにより、最適条件ではない条件でエタノールの改質反応を行なうことで生じる不都合を抑えることができる。

【0070】なお、上記実施例では、エマルジョン安定化剤としてエタノールを用いる場合について説明したが、疎水性の液体炭化水素と水とを混合して成るエマルジョンの混合状態を安定化することができる物質であれば他種のものを用いることとしても良い。エマルジョン安定化剤として用いることができるものとしては、極性の高い液体有機化合物が考えられるが、その中でも、エタノールと同様に有機溶媒として用いられるような比較的簡単な組成の液体を用いれば、改質器34における煤の形成を抑えたり、本発明を安価に実施することが可能となる。また、エマルジョン安定化剤として用いる極性の高い液体有機化合物としては、親水基と疎水基とを有し、親水性と疎水性（親油性）という両方の性質のバランスがとれている化合物を、たとえば、他種のアルコールやエーテル、エステル、カルボン酸、カルボニル化合物などの液体有機化合物の中から適宜選択すればよい。すなわち、ヒドロキシ基（ $-OH$ ）、カルボキシル基（ $-COOH$ ）、カルボニル基（ $>CO$ ）等の親水基と、所定の疎水基とを備える液体有機化合物であって、親水基に起因する親水性と疎水基に起因する疎水性とのバランスがとれており、疎水性の液体炭化水素とも水とも十分に親和性の高いものであれば、充分な効果を得ることが可能である。ここで、疎水基であるアルキル基（ $-C_nH_{2n+1}$ ）と親水基であるヒドロキシ基（ $-OH$ ）とからなるアルコールを用いる場合には、疎水性と親水性とのバランスを考慮して、例えばアルキル基の有する炭素数が5以下のものを選択するのが望ましい。ま

た、これらはいずれもその分子中に酸素原子（O）を含有しているため、これらを原燃料に混合することによって、既述したように改質器34内での煤の発生を抑える効果を得ることができる。

【0071】ここで、本実施例で改質反応の原燃料として用いたガソリンは、非常に多種類の化合物を含有しており、実際には、上記極性の高い液体有機化合物に相当する化合物を含有している。しかしながら、その含有量は微量であって、エマルジョンを安定化させ、蒸発器32で気化する際のガソリンと水との混合状態の均一性を十分に確保することはできない。本発明は、疎水性の液体原燃料と水とを混合した後、これらを気化させるまでの間、両者の混合状態の均一性を十分に確保できる程度に、極性の高い液体有機化合物を両者の混合に先立って加えることに特徴がある。疎水性の液体炭化水素と水との親和性を向上させるには、少なくとも、液体炭化水素の1%以上の量の上記極性の高い液体有機化合物を混合することが望ましい。

【0072】さらに、エマルジョン安定化剤として用いる液体有機化合物は、改質反応を阻害するおそれのある物質を含有しないことが望ましい。改質反応を阻害するおそれがある物質としては、例えば、改質触媒に吸着して触媒作用を阻害する硫黄やリンなどを挙げることができる。したがって、硫黄やリンを含有するスルホン酸やリン酸、アミン等の含有量が十分に低い物質をエマルジョン安定化剤として用いるならば、これらの物質に起因して改質反応が非所望の程度に阻害されてしまうのを防止することができる。

【0073】既述した実施例では、改質反応に供する原燃料としてガソリンを用いたが、原燃料はガソリンの他、改質反応によって水素リッチガスを生成可能な疎水性の液体炭化水素であれば、灯油や軽油など他種のものを用いる場合にも本発明は適用可能である。原燃料と水とを均一に混合してから気化するまでの間、両者の混合状態の均一性を確保できるエマルジョン安定化剤を加えることにより、既述した効果を得ることができる。

【0074】また、図1に示したように、既述した実施例では、エマルジョン安定化剤であるエタノールをガソリンに加えた後に、さらに水を加えて攪拌によりエマルジョン化しているが、攪拌に先立ってエマルジョン安定化剤を混合する際に、ガソリンにではなく水に混合することとしても良い。このような場合には、図1において、エタノールタンク22に連通してポンプ44を備える流路74は、脱硫器31と攪拌部30とを結ぶ流路71に接続させる代わりに、水タンク24と攪拌部30とを結ぶ流路72に接続することとすればよい。あるいは、上記エタノールタンク22に連通してポンプ44を備える流路74を、直接に攪拌部30に接続し、攪拌時に攪拌部30内に所定量のエタノールを供給することとしても良い。



【0075】さらに、上記実施例において、改質器34では、水蒸気改質反応と共に部分酸化反応を進行させることとしたが、水蒸気改質反応だけによって水素を生成することとしても良い。この場合には、改質器34に酸素（空気）を供給する必要はなく、改質器34にヒータなど所定の加熱装置を設け、水蒸気改質反応で要する熱を供給することとすればよい。少なくとも水蒸気改質反応を行ない、改質反応に先立って液体炭化水素原燃料に水を混合するならば、本発明を適用することで既述した効果を得ることができる。

【0076】なお、燃料電池装置10の始動時などには、原燃料に加える水の量を定常運転時よりも削減して、あるいは原燃料に水を加えることなく、改質器34において酸化反応を活発に進行させて改質器34の暖機運転を行なう場合が考えられる。このような場合には、原燃料と水との混合状態の均一性を定常運転時のように考慮する必要がない。したがって、このようなときには、ガソリンに対するエタノールの添加を行なわないこととしてもよい。

【0077】(3) 燃料電池装置の他の構成について：上記第1実施例の燃料電池装置10では、エタノールタンク22を備え、ガソリンタンク20から攪拌部30を介して蒸発器32に供給されるガソリン量に応じて、所定量のエタノールをガソリンに加えることとしたが、原燃料あるいは水をタンクに貯蔵する際に、予め極性の高い液体有機化合物を所定の割合で混合しておくこととしてもよい。図3は、予めエタノールを混合したガソリンを貯蔵するタンクを備える第2実施例の燃料電池装置110の構成を表わす説明図である。燃料電池装置110は、第1実施例の燃料電池装置10とほぼ同様の構成を有しているため、共通する部材には同じ番号を付し、詳しい説明は省略する。

【0078】燃料電池装置110は、燃料電池装置10におけるガソリンタンク20に代えて、原燃料タンク120を備えており、エタノールタンク22は有していない。原燃料タンク120は、ガソリンに対して所定の割合（例えば10%）のエタノールを予め混合した原燃料を貯蔵するタンクである。例えば、燃料電池装置110を電気自動車に搭載し、燃料電池38を車両の駆動エネルギー源として用いる場合には、車両に燃料（ガソリン）を補給する際に、予めエタノールを混合したガソリンを原燃料タンク120に補給する、あるいは、所定量のエタノールを混合しつつガソリンを原燃料タンク120に補給することとすればよい。

【0079】このような燃料電池装置110によれば、予めエタノールを混合したガソリンを用いるため、攪拌部30においてガソリンと水とをエマルジョン化して蒸発器32に供給する際に、エマルジョンを十分に安定に保つことができる量のエタノールを常に混合しておくことができ、蒸発器32で気化して成る原燃料ガスにおい

て、ガソリンと水との混合状態を安定して均一な状態に保つことができるため、第1実施例と同様の効果を奏することができる。また、第2実施例の燃料電池装置110によれば、予め所定の割合のエタノールをガソリンに対して混合した上で貯蔵しているため、動力要求、すなわち燃料電池38が必要とする燃料ガス量の変動する場合にも、ガソリンに加えるエタノール量を調節する必要がなく、常に所望の割合のエタノールを含むガソリンを攪拌部30に供給することが容易となる。

【0080】なお、上記した説明では、図3に示した燃料電池110において、エマルジョン安定化剤であるエタノールは予めガソリンに混合し、このエタノール添加ガソリンを原燃料タンク120に貯蔵することとしたが、エタノールを予め水に混合して水タンク24に貯蔵することも可能である。このような場合にも、攪拌部30で形成したエマルジョンを蒸発器32で気化させるまでのあいだ安定化するという上記した効果を得ることができる。さらに、エタノールなどのエマルジョン安定化剤を水に混合して貯蔵する場合には、エマルジョン安定化剤を加えることで水タンク24に貯蔵する水の凝固点を低下させることができる。従って、寒冷地において燃料電池装置110を使用する場合にも、その運転休止中に水タンク24およびこれに接続する水の流路内で水が凍結して不都合を生じるのを防止することができる。

【0081】図3に示した燃料電池装置110においては、液体炭化水素の原燃料としてはガソリンを、極性の高い液体有機化合物としてはエタノールを用いることとしたが、第1実施例と同様に、種々の液体炭化水素およびエマルジョン安定化剤（液体有機化合物）を選択することができる。添加するエマルジョン安定化剤の量は、エマルジョンを形成してからこれを気化するまでの間、エマルジョンにおける混合状態を十分に均一に保つことができれば、原燃料の量に対して任意の混合割合を設定することができる。

【0082】上記第2実施例では、原燃料タンク120に原燃料を補給する際、あるいは補給する以前に、原燃料に対してエマルジョン安定化剤を混合することとしたが、極性の高い液体有機化合物を本発明とは異なる目的で予め混合した液体炭化水素燃料がすでに知られており、このようなものを本発明に適用することも可能である。

【0083】例えば、オクタン価向上剤としてMTBE（Methyl Tertiary Butyl Ether）を数%混合したガソリンが知られているが、このようなガソリンを燃料電池装置110の原燃料タンク120に貯蔵して用いれば、上記MTBEをエマルジョン安定化剤として働かせ、既述した効果を得ることが可能である。すなわち、既述したように通常のガソリンは、極性の高い液体有機化合物の含有量が不十分であるため、上記第1および第2実施例ではエタノールなどを加えることとしたが、エマルジ

オン形成から気化までの間、エマルジョンを十分に安定化し得るだけの量の液体有機化合物を含有している炭化水素系燃料を、図3に示した燃料電池装置110に適用する場合には、別途液体有機化合物を添加することなく、既述した効果を得ることができる。

【0084】なお、既述した実施例では、改質器により生成した水素リッチガスを燃料ガスとして供給する燃料電池は、固体高分子型燃料電池であることとしたが、異なる種類の燃料電池に対して水素リッチガスを供給することとしても良い。また、既述した実施例では、改質器により生成した水素リッチガスを、一酸化炭素濃度の低減や脱硫などの処理を経て、そのまま燃料電池に燃料ガスとして供給する燃料電池装置を示したが、異なる構成とすることも可能である。例えば、エマルジョン安定化剤を原燃料に加える構成を備える改質装置において、水蒸気改質反応を利用して原燃料から水素リッチガスを生成した後、生成した水素リッチガスを所定の貯蔵部に一旦貯蔵し、必要に応じて取り出すこととしたり、周知の水素分離膜などを用いて水素リッチガスにおける水素純度を高めたり、生成した水素リッチガスを、燃料電池で発電に利用する燃料ガス以外の用途に用いることとしても良い。疎水性の液体炭化水素から水蒸気改質法により水素を生成する装置であれば、異なる構成のものに対しても適用可能であって、改質器において原燃料と水との混合状態を所望の割合で安定化することによる既述した効果を得ることができる。

【0085】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる状態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の好適な一実施例である燃料電池装置10の構成の概略を表わす説明図である。

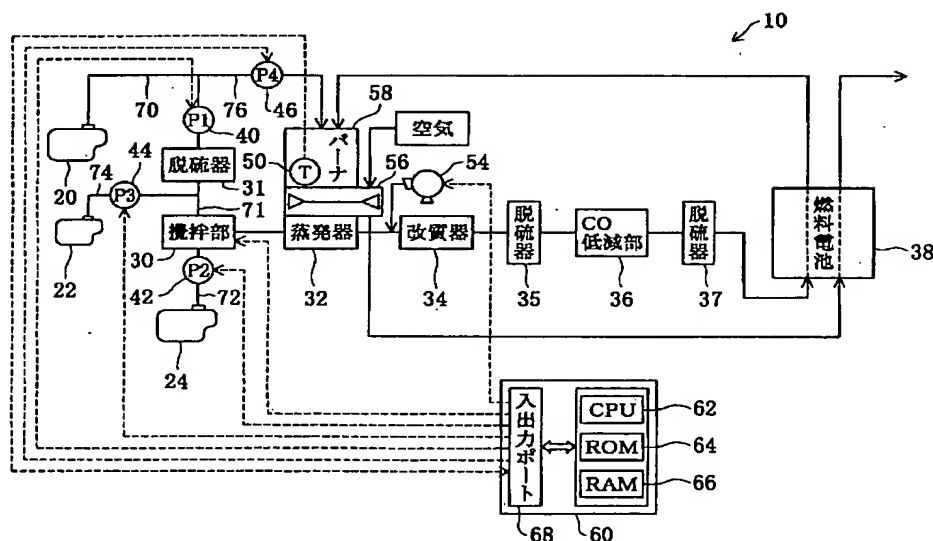
【図2】 イソオクタンと水とのエマルジョンの安定化に対するエタノールの影響を調べた結果を表わす。

【図3】 第2実施例の燃料電池装置110の構成の概略を表わす説明図である。

#### 【符号の説明】

- 10, 110…燃料電池装置 20…ガソリンタンク
- 22…エタノールタンク
- 24…水タンク
- 30…攪拌部
- 31, 35, 37…脱硫器
- 32…蒸発器
- 34…改質器
- 36…CO低減部
- 38…燃料電池
- 40, 42, 44, 46…ポンプ
- 50…温度センサ
- 54…ブロワ
- 56…圧縮機
- 58…バーナ
- 60…制御部
- 62…CPU
- 64…ROM
- 66…RAM
- 68…入出力ポート
- 70, 71, 72, 74, 76…流路
- 120…原燃料タンク

【図1】

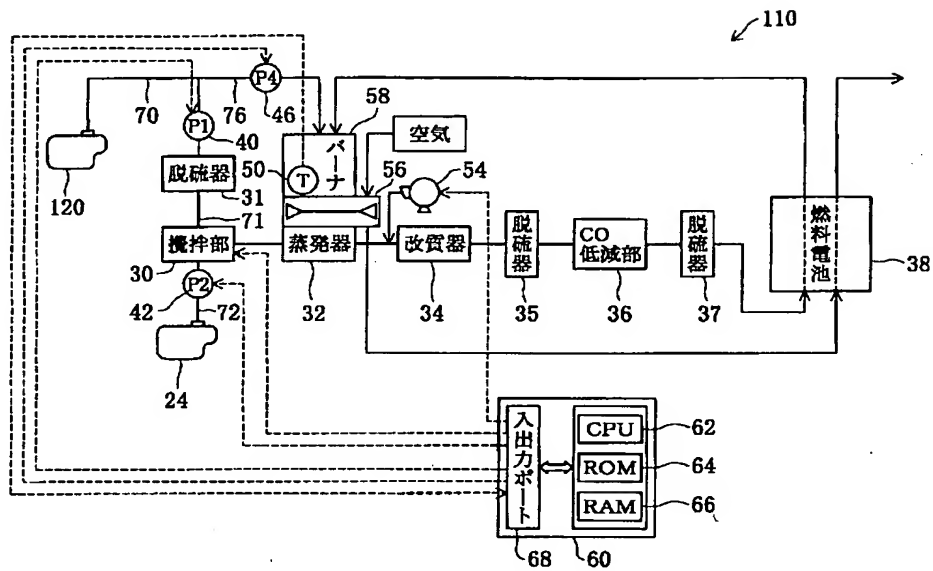




【圖 2】

経過時間	A (エタノール10%添加)	B (対象系)
10秒	変化無し	油相分離開始(相厚 1mm)
20秒	変化無し	油相分離促進(相厚 3mm)
30秒	変化無し	ほぼ完全に油相分離(5mm)
60秒	上層白濁相が濃くなる	
120秒	油相分離開始(相厚 1mm)	

【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 山口 進  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内

(72) 発明者 國武 和久  
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動  
車株式会社内

F ターム (参考)

4G040	EA03	EA06	EB03	EB32'
5H026	AA06	HH05		
5H027	AA06	BA01	BA16	BA17 BA19
	BA20	BC12	CC06	KK42 MM08
	MM13	MM14		